

高等学校教学用书



接触电焊工艺学

A·C·盖尔曼著

閻毓禾译

中国工业出版社

根据高等工业学校焊接专业教材选编会议决定，“接触焊工艺及设备”课程暂用A·C·盖尔曼著苏联中等技术学校教学参考书“接触电焊工艺学”（本书）作为教材。

本书的工艺部分没有更改。设备部分由西安交通大学焊接教研组补充编写了控制装置及特殊点焊机等内容。另外，还补充了压焊新工艺，包括摩擦焊、冷压焊及超声波焊接。补充的部分列于书末，作为附录4，5，6，7。

本书除供高等工业学校焊接专业学生使用外，亦可供从事焊接生产及科研工作的工程技术人员参考。

A. C. Гельман

Технология контактной электросварки
Государственное научно-техническое
издательство машиностроительной
литературы 1952.

* * *

接触电焊工艺学

閻毓丕译

（根据机械工业出版社纸型重印）

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业管理局登记证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 12 $11/16$ ·字数 323,000

1954年7月北京第一版

1961年9月北京新一版·1961年9月北京第一次印刷

印数 00,001—02,213·定价(10)1.70元

统一书号：15165·959（—机—212）

目 次

緒論	7
第一章 接觸焊的基本方法	13
§ 1 接觸焊的分類	13
§ 2. 對接焊及依格納齊也夫氏焊	14
§ 3 點焊、凸焊及 T-形焊	17
§ 4 滾焊及滾-對焊	20
第二章 接觸焊時的電熱過程	22
§ 1 楞次-焦耳定律和電阻係數	22
§ 2 接觸電阻	24
§ 3 對接焊時的電阻	28
§ 4 點焊時的電阻	31
§ 5. 金屬及合金的物理熱學性質	36
§ 6. 接觸焊時加熱的特點	37
§ 7 對接焊時的加熱	40
§ 8 依格納齊也夫氏焊時的加熱	43
§ 9. 點焊時的加熱	50
§10 焊接電流的分流	56
第三章 接觸焊時各種金屬及合金的性能	62
§ 1. 接觸焊時的可焊性	62
§ 2 碳素鋼及低合金結構鋼的焊接特性	64
§ 3 奧氏體鋼的焊接特性	74
§ 4 鋁及其合金的焊接特性	78
§ 5 銅及其合金的焊接特性	80
第四章 對接焊工藝學	83
§ 1. 典型部件、焊件臨焊前的准备工作	83
§ 2 鋼的電阻焊	87
§ 3 閃光焊的特點	89
§ 4. 低碳鋼的閃光焊	100
§ 5. 碳素鋼及合金鋼閃光焊的特點	108

§ 6. 鋼的可接鋸範圍的選擇方法	110
§ 7. 輪子、避軌、管子、薄板及鏈環对接鋸工藝的特點	112
§ 8. 結構鋼对接鋸中的缺陷及鋸接口質量的檢驗	119
§ 9. 对接鋸在刀具有生產中的應用	122
§ 10. 俄格納齊也夫氏鋸的工藝	127
§ 11. 有色金屬及合金的对接鋸	129
第五章 點鋸工藝學	131
§ 1. 點鋸的應用範圍和典型部件	131
§ 2. 鋸點形成的過程	133
§ 3. 過程的主要參數對鋸點大小和強度的影響	136
§ 4. 電流的分流對鋸點大小和強度的影響	142
§ 5. 點鋸時部件的結構形式	145
§ 6. 點鋸工藝的一般特點	149
§ 7. 中小厚度的低碳鋼的點鋸	152
§ 8. 低合金鋼的點鋸	160
§ 9. 厚度較大的鋼板的點鋸	162
§ 10. 奧氏體鋼及耐熱合金的點鋸	164
§ 11. 輕合金的點鋸	165
§ 12. 銅、鎳及其合金點鋸的特點	171
§ 13. 點鋸規範的選擇	172
§ 14. 點鋸的缺陷和檢驗	173
第六章 凸鋸及 T-形鋸的工藝學	177
§ 1. 凸鋸的工藝	177
§ 2. T-形鋸的工藝	179
第七章 滾鋸工藝學	181
§ 1. 應用範圍和典型部件	181
§ 2. 滾鋸規範的基本參數	184
§ 3. 滾鋸工藝的一般特點	187
§ 4. 低碳鋼的滾鋸	188
§ 5. 不銹鋼及耐熱鋼的滾鋸	190
§ 6. 鋁合金的滾鋸	191
§ 7. 滾鋸規範的選擇及滾鋸的檢驗	191
第八章 接觸鋸機的變壓器和主要的起動與調節儀器	192
§ 1. 接觸鋸機電氣設備的基本元件	192
§ 2. 鋸接變壓器的主要參數	193
§ 3. 鋸接變壓器的構造	195

§ 4. 鋸接變壓器的工作過程	199
§ 5. 變壓器的功率、工作情況及發熱	204
§ 6. 接觸鋸接變壓器的計算	207
§ 7. 變壓器功率的調節	214
§ 8. 離子儀器的裝置和作用原理	217
§ 9. 開流管和引燃管起燃的控制	222
§ 10. 機械式、電磁式及離子式開關	226
§ 11. 接觸鋸機的控制儀器	229
第九章 接觸鋸機的电参数	232
§ 1. 鋸接線路的有效电阻和感抗	232
§ 2. 鋸機的外特性、 $\cos \varphi$ 及有效功率	235
第十章 对接鋸機	240
§ 1. 对接鋸機的基本部件和分类	240
§ 2. 鋸機的机架、導軌和座板	240
§ 3. 对接鋸機的送料傳动裝置	243
§ 4. 夾头及頂座裝置	251
§ 5. 成批生產的鋸機的規格及其選擇	258
第十一章, 点鋸機及凸鋸機	266
§ 1. 点鋸機的基本部件及分类	266
§ 2. 挤压及開關機構	266
§ 3. 鋸接迴路的構件	272
§ 4. 点鋸和凸鋸時所用的電極	279
§ 5. 成批生產的固定式單点點鋸機及鋸接壓力機的規格	286
§ 6. 輕便式点鋸機	291
§ 7. 双点及多点點鋸機	298
§ 8. 儲能鋸時所用的点鋸機	300
第十二章 滾鋸機	307
§ 1. 分类及基本部件	307
§ 2. 基本部件的構造	309
§ 3. 成批生產的滾鋸機的技术規格	314
§ 4. 特种滾鋸機	318
第十三章 点鋸与滾鋸的自动化	324
§ 1. 点鋸自动化的基本方法	324
§ 2. $t_{\text{鋸}} = \text{常数的断續器}$	323
§ 3. 保証着 $t_{\text{鋸}} = \text{常数且 } I = \text{常数的断續器}$	329
§ 4. $EIt_{\text{鋸}} = \text{常数的断續器}$	330

§ 5. 对焊件温度的变化有所反应的断续器	331
§ 6. 滚焊时所用的断续器及调幅器	334
第十四章 接触焊机的安装与使用, 安全技术	337
§ 1. 焊机的安装	337
§ 2. 焊机的使用与安全技术	339
第十五章 接触焊时的劳动组织, 规定定额的原则与工艺文件	342
§ 1. 斯达哈诺夫工作法及郭瓦寥夫工作法的应用	342
§ 2. 规定接触焊定额的原则	344
§ 3. 电极与电能的消耗	345
§ 4. 接触焊时的工艺文件	347
附录 1 工序工艺卡片	349
附录 2 指示卡片	351
附录 3 指示卡片	353
附录 4 点焊与滚焊的断续器	355
附录 5 低频与直流脉冲点焊机	382
附录 6 压焊新工艺	387
附录 7 国产接触焊设备与苏联接触焊设备的型号对照表	401

高等学校教学用书



接触电焊工艺学

A·C·盖尔曼著

閻毓禾译

中国工业出版社

根据高等工业学校焊接专业教材选编会议决定，“接触焊工艺及设备”课程暂用A·C·盖尔曼著苏联中等技术学校教学参考书“接触电焊工艺学”（本书）作为教材。

本书的工艺部分没有更改。设备部分由西安交通大学焊接教研组补充编写了控制装置及特殊点焊机等内容。另外，还补充了压焊新工艺，包括摩擦焊、冷压焊及超声波焊接。补充的部分列于书末，作为附录4，5，6，7。

本书除供高等工业学校焊接专业学生使用外，亦可供从事焊接生产及科研工作的工程技术人员参考。

A. C. Гельман

Технология контактной электросварки
Государственное научно-техническое
издательство машиностроительной
литературы 1952.

* * *

接触电焊工艺学

閻毓丕译

(根据机械工业出版社纸型重印)

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业管理局登记证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168 $1/32$ ·印张 12 $11/16$ ·字数 323,000

1954年7月北京第一版

1961年9月北京新一版·1961年9月北京第一次印刷

印数 00,001—02,213·定价(10)1.70元

统一书号：15165·959（—机—212）

目 次

緒論	7
第一章 接觸焊的基本方法	13
§ 1 接觸焊的分類	13
§ 2. 對接焊及依格納齊也夫氏焊	14
§ 3 點焊、凸焊及 T-形焊	17
§ 4 滾焊及滾-對焊	20
第二章 接觸焊時的電熱過程	22
§ 1 楞次-焦耳定律和電阻係數	22
§ 2 接觸電阻	24
§ 3 對接焊時的電阻	28
§ 4 點焊時的電阻	31
§ 5. 金屬及合金的物理熱學性質	36
§ 6. 接觸焊時加熱的特點	37
§ 7 對接焊時的加熱	40
§ 8 依格納齊也夫氏焊時的加熱	43
§ 9. 點焊時的加熱	50
§10 焊接電流的分流	56
第三章 接觸焊時各種金屬及合金的性能	62
§ 1. 接觸焊時的可焊性	62
§ 2 碳素鋼及低合金結構鋼的焊接特性	64
§ 3 奧氏體鋼的焊接特性	74
§ 4 鋁及其合金的焊接特性	78
§ 5 銅及其合金的焊接特性	80
第四章 對接焊工藝學	83
§ 1. 典型部件、焊件臨焊前的準備工作	83
§ 2 鋼的電阻焊	87
§ 3 閃光焊的特點	89
§ 4. 低碳鋼的閃光焊	100
§ 5. 碳素鋼及合金鋼閃光焊的特點	108

§ 6. 鋼的可接鋸範圍的選擇方法	110
§ 7. 輪子、避軌、管子、薄板及鏈環对接鋸工藝的特點	112
§ 8. 結構鋼对接鋸中的缺陷及鋸接口質量的檢驗	119
§ 9. 对接鋸在刀具有生產中的應用	122
§ 10. 俄格納齊也夫氏鋸的工藝	127
§ 11. 有色金屬及合金的对接鋸	129
第五章 點鋸工藝學	131
§ 1. 點鋸的應用範圍和典型部件	131
§ 2. 鋸點形成的過程	133
§ 3. 過程的主要參數對鋸點大小和強度的影響	136
§ 4. 電流的分流對鋸點大小和強度的影響	142
§ 5. 點鋸時部件的結構形式	145
§ 6. 點鋸工藝的一般特點	149
§ 7. 中小厚度的低碳鋼的點鋸	152
§ 8. 低合金鋼的點鋸	160
§ 9. 厚度較大的鋼板的點鋸	162
§ 10. 奧氏體鋼及耐熱合金的點鋸	164
§ 11. 輕合金的點鋸	165
§ 12. 銅、鎳及其合金點鋸的特點	171
§ 13. 點鋸規範的選擇	172
§ 14. 點鋸的缺陷和檢驗	173
第六章 凸鋸及 T-形鋸的工藝學	177
§ 1. 凸鋸的工藝	177
§ 2. T-形鋸的工藝	179
第七章 滾鋸工藝學	181
§ 1. 應用範圍和典型部件	181
§ 2. 滾鋸規範的基本參數	184
§ 3. 滾鋸工藝的一般特點	187
§ 4. 低碳鋼的滾鋸	188
§ 5. 不銹鋼及耐熱鋼的滾鋸	190
§ 6. 鋁合金的滾鋸	191
§ 7. 滾鋸規範的選擇及滾鋸的檢驗	191
第八章 接觸鋸機的變壓器和主要的起動與調節儀器	192
§ 1. 接觸鋸機電氣設備的基本元件	192
§ 2. 鋸接變壓器的主要參數	193
§ 3. 鋸接變壓器的構造	195

§ 4. 焊接变压器的工作过程	199
§ 5. 变压器的功率、工作情况及发热	204
§ 6. 接触焊接变压器的计算	207
§ 7. 变压器功率的调节	214
§ 8. 离子仪器的装置和作用原理	217
§ 9. 闸流管和引燃管起燃的控制	222
§ 10. 机械式、电磁式及离子式开关	226
§ 11. 接触焊机的控制仪器	229
第九章 接触焊机的电参数	232
§ 1. 焊接线路的有效电阻和感抗	232
§ 2. 焊机的外特性、 $\cos \varphi$ 及有效功率	235
第十章 对接焊机	240
§ 1. 对接焊机的基本部件和分类	240
§ 2. 焊机的机架、导轨和座板	240
§ 3. 对接焊机的送料传动装置	243
§ 4. 夹头及顶座装置	251
§ 5. 成批生产的焊机的规格及其选择	258
第十一章, 点焊机及凸焊机	266
§ 1. 点焊机的基本部件及分类	266
§ 2. 挤压及开关机构	266
§ 3. 焊接迴路的构件	272
§ 4. 点焊和凸焊时所用的电极	279
§ 5. 成批生产的固定式单点焊机及焊接压力机的规格	286
§ 6. 轻便式点焊机	291
§ 7. 双点及多点点焊机	298
§ 8. 储能焊时所用的点焊机	300
第十二章 滚焊机	307
§ 1. 分类及基本部件	307
§ 2. 基本部件的构造	309
§ 3. 成批生产的滚焊机的技术规格	314
§ 4. 特种滚焊机	318
第十三章 点焊与滚焊的自动化	324
§ 1. 点焊自动化的基本方法	324
§ 2. $t_{\text{焊}} = \text{常数}$ 的断续器	323
§ 3. 保证着 $t_{\text{焊}} = \text{常数}$ 且 $I = \text{常数}$ 的断续器	329
§ 4. $EIt_{\text{焊}} = \text{常数}$ 的断续器	330

§ 5. 对焊件温度的变化有所反应的断续器	331
§ 6. 滚焊时所用的断续器及调幅器	334
第十四章 接触焊机的安装与使用, 安全技术	337
§ 1. 焊机的安装	337
§ 2. 焊机的使用与安全技术	339
第十五章 接触焊时的劳动组织, 规定定额的原则与工艺文件	342
§ 1. 斯达哈诺夫工作法及郭瓦寥夫工作法的应用	342
§ 2. 规定接触焊定额的原则	344
§ 3. 电极与电能的消耗	345
§ 4. 接触焊时的工艺文件	347
附录 1 工序工艺卡片	349
附录 2 指示卡片	351
附录 3 指示卡片	353
附录 4 点焊与滚焊的断续器	355
附录 5 低频与直流脉冲点焊机	382
附录 6 压焊新工艺	387
附录 7 国产接触焊设备与苏联接触焊设备的型号对照表	401

緒 論

接觸鐸是一種能形成永久性接合的机电过程。在進行接觸鐸時鐸件借通过的电流而局部發熱，同時又在熱鐸件的接合處加以壓力。接觸鐸可以在金屬加熱到低於熔化溫度的條件下（在塑性狀態鐸接）、或是在要形成接合的區域內局部熔化之後實現。

接觸鐸的應用開始於十九世紀七十年代，那時電阻對接鐸就已發明了。1887年，天才的俄羅斯碳極電弧鐸發明家 H. H. 別納陀斯 (H. H. Бенардос) 取得了碳極點鐸法的專利權。他提出了最簡單的鉗狀結構(圖1)，這就是現在廣泛應用於汽車工業及飛機製造中的輕便點鐸機的原形。滾動接觸鐸也是他發明的。現代所應用的銅極點鐸法研究出來得比較遲些。1903年閃光鐸發明以後，對接鐸得到了特別廣泛的發展。

接觸鐸的特點是，接合處加熱的速度相當大，很少以較慢的傳熱過程為轉移。為使加熱迅速，就需要電功率很大的特殊鐸機（在個別情況下達1000千伏安以上）。某些現代的接觸鐸機還具有相當大的機械功率。例如，在進行寬度在1500毫米以下、厚度在4毫米以下的不銹鋼板的對接鐸時所用的鐸機，在夾緊鐸件時能發揮500噸以上的夾力，在鐸接終了時能以150噸以下的力來擠壓加熱後的鋼板。這種鐸機的重量達50噸。當然，在蘇聯這種鐸機的創造和接觸鐸的廣泛應用之成為可能，還只是在動力業根本恢復並在五年計劃勝利實

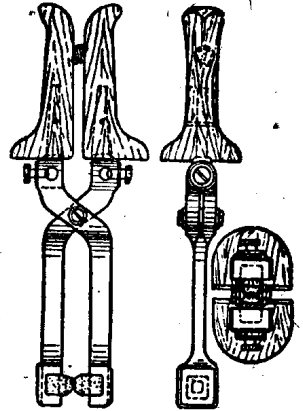


圖 1. H. H. 別納陀斯的點鐸鉗。

現的基礎上創造了蘇聯電機製造業的充分強大的基礎以後的事。

接觸銲的發展是與接觸銲機生產的擴大分不開的。這些銲機照例由三個主要部分組成：銲接變壓器，能把網絡電壓（127—500 伏特）降低到幾個伏特，足以在銲機的銲接綫路中產生相當大的電流，有時達 100,000 安培；機械部分，就是一種簡單的或複雜的機床；用來夾緊、擠壓及移動（例如在滾銲機內）銲件；和控制儀器，在現代自動化機器領域內以其相當大的複雜性著稱。

第一批接觸銲機是 1928 年在蘇聯“電氣工人”（Электрик）工廠出產的。在頭兩個五年計劃期間，所出產的銲機的平均功率增長到幾乎五倍，同時銲機的生產增長到 20 倍以上。在三十年代間，在工廠（“Электрик”、“Светлана”）和科學研究所里，在接觸銲機自動控制儀器的創造方面進行了巨大的研究工作。

衛國戰爭以前，由於阿列克謝也夫（А. А. Алексеев）、阿洪（А. И. Ахун）、菲拉諾維契（Н. А. Филипович）及許多其他蘇聯設計師的工作，在蘇聯就已產出了功率在 600 千伏安以下、具有電力、氣壓及液壓傳動裝置的各種主要類型的接觸銲機，其中有：固定式及懸掛式自動點銲機、點-凸銲機（銲接壓力機）、功率在 175 千伏安以下的通用式滾銲機、液壓傳動的重型對接銲機、А. М. 依格納齊也夫法銲機及許多用來銲接管子、自行車輪緣等的特種銲機。

在蘇聯，甚至在戰爭的年代里，還曾不間斷地進行了接觸銲接設備的生產。特別是，在這個時期內，銲接鐵路鋼軌用的自動對接銲機的成批生產被組織起來了。更完善的新型接觸銲機的創造工作在戰後恢復時期得到了獨特的發展。許多電業工廠都掌握了下面幾種銲機的成批生產：帶有氣壓傳動裝置的、生產效能很高的點銲機，一批凸銲用的銲接壓力機，帶有電力及液壓傳動裝置的自動對接銲機以及帶有引燃管斷續器的滾銲機（圖 2）。汽車工廠（ЗИЛ 和 ГАЗ）為了本身的需要曾組織了複雜的多多點銲機（圖 3）、懸掛式自動點銲機、專門化滾銲機及對

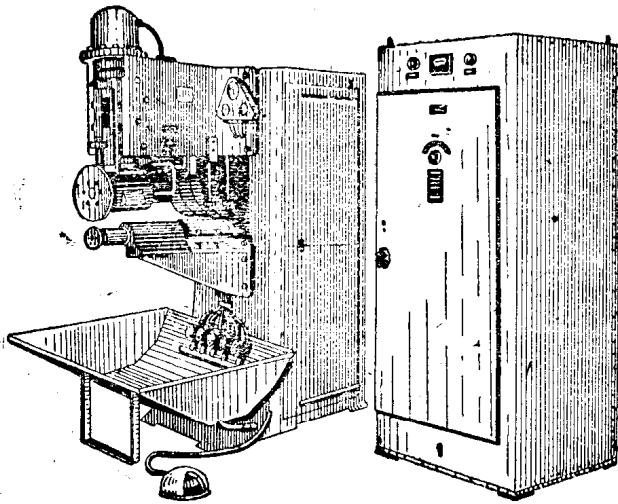


圖 2. 現代的帶有引燃管斷續器的 MIII-100-1 型滾鐸機。

接鐸機以及其他接觸鐸接設備的生產。1949年，莫斯科斯大林汽車工廠的一批工作人員，因在新鐸接設備領域內的貢獻而榮膺斯大林獎金。斯大林獎金也曾同樣授予在創造道軌鐸接機(圖4)方面的工作。

蘇聯工程師和科學家們，在具有高度生產效能的接觸鐸工藝過程的創造上作了不少的貢獻。A. M. 依格納齊也夫(A. M. Игнатъев)

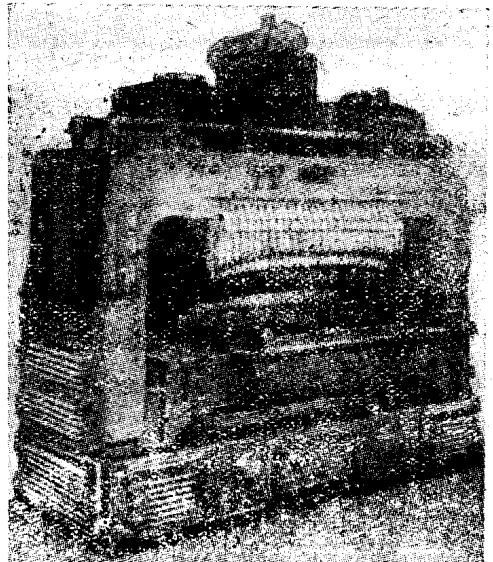


圖 3. ЗИС 多点点鐸機。

發明了獨創的電阻鐸接法，在以後的工具生產中獲得了實際的應用。在點鐸領域內應當指出的有：點鐸機電極間直接熱處理的應用(1935年

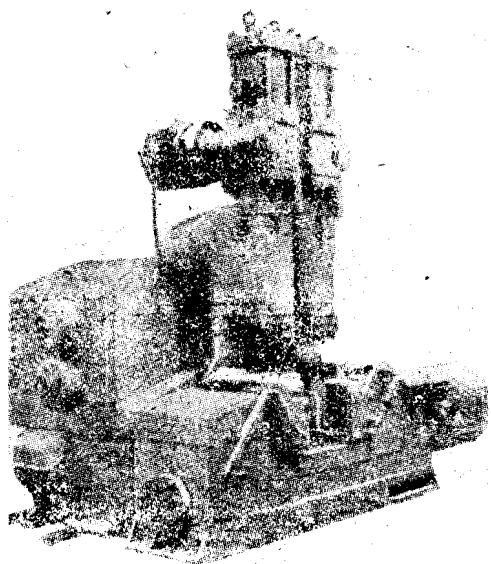


圖 4. РСКМ-320У 型自動道軌對接銲機。

Н. В. Гевелинг 提出), 使用高壓電容器的銲接 (Г. И. Бабар)、點銲過程的測脈控制法 (Д. С. Балковец) 及其他。

在蘇聯, 除了接觸銲接設備的改進及新工藝過程的擬定外, 同時還進行了系統的研究, 目的在於確定接觸銲接時所觀察到的現象的物理本質, 並建立把這些現象聯繫起來的基本規律。赫列諾夫 (К. К. Хренов) 在接觸銲的一

般理論方面的工作, 西陀連柯 (А. А. Сидоренко)、柯切爾庚 (К. А. Кочергин) 等在銲接接觸點理論方面的研究, 柯恰諾夫斯基 (И. Я. Качановский) 及伊姆憲尼克 (К. П. Имшенник) 在閃光銲理論方面的工作, 及阿列克謝也夫 (А. А. Алексеев) 在電阻銲方面的工作, 尼古拉也夫 (Г. А. Николаев)、磊卡林 (Н. Н. Рыкалин)、米哈依洛夫 (Г. П. Михайлов) 在接觸銲接的接合強度方面的研究, 以及中央工藝及機器製造科學研究院 (ЦНИИТМАИ) 在點銲和對接銲的研究方面的某些工作, 已經能夠確定接觸銲時發生的過程的真正本質, 並能擬定合理應用這種銲法的條件和方法。

接觸銲的國民經濟價值很大。這種經濟價值是由於: 接觸銲的生產率高; 銲件不用填充材料和銲藥就能進行接合; 銲接過程的機械化比較容易; 不產生毒性氣體和塵埃, 也不產生有害的紫外線, 因而能夠把接觸銲機與金屬切削機床、壓力機及其他工業設備相間地配置在生產

連續帶上任何一點而不須裝設特殊的防護套或複雜的通風設備；接觸銲時應用壓力，常使有可能直接在銲機中裝配銲件（例如在對接銲時）；能以很高的生產率來順利地銲接薄的零件等等。

接觸銲在大量生產中，首先是在汽車工業中，得到了特別廣泛的應用。在車身、駕駛室、車架等部件內，都用點銲來代替鉚接。點銲在蘇聯汽車製造業中增長着的作用可由下列數字表明（約數）：

汽車型式	一輛汽車上的銲點數	汽車型式	一輛汽車上的銲點數
ЗИС-5	50	ГАЗ-2	1500
ЗИС-101 具有木架車身	500	ГАЗ-51	2800
ЗИС-150	2000	М-1	3200
ЗИС-110 全金屬車身	7000	“Победа”	6500
		ЗИМ	10000

對接銲用於分別沖壓成的車身毛坯的接合，用於輪緣的制作並用於底盤部件中等等。

滾銲在制造燃料桶時被用來代替鉚銲。

接觸銲最重要的有效應用領域之一就是銲制刀具的生產。由高速鋼制成的刀具工作部分與便宜的機器鋼制成的刀柄進行對接銲，能夠使貴重的高合金鋼的消耗大大縮減。

接觸銲點銲和滾銲在現代飛機制造中的應用規模是很大的（在某些型式的飛機中銲點數目達到 250,000 個）。

接觸銲被順利地應用在大小直徑的薄壁鋼管的生產中。銲成的管子縱縫強度很高，管壁厚度均一，因而使金屬的利用極為有效。因此，電銲的管子往往顯得比無縫鋼管更為有利。

具有很大國民經濟價值的還有道軌接口的對接銲、鏈環的對接銲、全金屬車廂車身的點銲、蒸汽鍋爐中各種各樣的管件的對接銲、軋軋生產中保證着冶金工廠冷軋車間的基本設備及輔助設備運轉的連續性和生產率重大提高的鋼板及鋼帶的對接銲。在首先是與偉大共產主義水